

# El régimen hídrico como determinante ambiental en la iniciación floral de los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Haden y Edward en condiciones tropicales

The water regime as environmental determinant in the floral initiation of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars Haden and Edward under tropical conditions

Mercedes PÉREZ MACÍAS <sup>1</sup>✉, Marelía PUCHE <sup>2</sup>, Enio SOTO <sup>1</sup>, Rosana FIGUEROA <sup>2</sup>, María GUTIÉRREZ <sup>1</sup> y Luis Alberto AVILÁN ROVIRA <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, 2101 y <sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, 2101, estado Aragua, Venezuela. E-mails: mercedesperez@inia.gob.ve, puchem@agr.ucv.ve, esoto@inia.gob.ve, figueroar@agr.ucv.ve y lavilan@inia.gob.ve ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 11/05/2012

Fin de arbitraje: 18/07/2012

Revisión recibida: 03/09/2012

Aceptado: 02/12/2012

## RESUMEN

El inicio de la floración en los frutales tropicales, se atribuye mayormente a mecanismos de control ambiental, comenzando a la salida de un periodo de reposo relativo. Este periodo de reposo lo puede ocasionar un periodo de lluvia acompañado de un enfriamiento de la atmósfera. En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Venezuela. Se caracterizó el clima del área utilizando la serie histórica 1980-2008 y se registraron las condiciones meteorológicas durante el periodo de ensayo. Se utilizó la fenología reproductiva de los cultivares de mango Haden y Edward, generando los índices agroclimáticos producto de la relación régimen hídrico - fenología reproductiva. No se presentó ciclo atípico en las condiciones climáticas presentes durante el ensayo, de acuerdo a la variabilidad descrita en el periodo 1980-2008. No hubo déficit hídrico en el periodo de las 12 semanas que precedieron la ocurrencia de la expresión visual de la floración, ya que la relación entre la evapotranspiración real (ET<sub>r</sub>) y la evapotranspiración potencial (ET<sub>p</sub>) presentó valores mayores a 0,5 indicando que se suplió la demanda hídrica en esa etapa biológica. La iniciación floral, en condiciones de trópico, no es respuesta directa de déficit hídrico, este factor complementa la expresión floral, moldeando su inicio y duración de acuerdo a la característica varietal y condición del individuo. El cultivar Edward se presenta como un genotipo con mayor capacidad de adelantar el inicio de floración del mango que el cultivar Haden

**Palabras clave:** Fenología reproductiva, frutales tropicales, bioclimatología de frutales

## ABSTRACT

The beginning of flowering in tropical fruits is mostly credit to environmental control mechanisms starting at the exit of a period of relative rest. This period can be initiated by rain time accompanied by a cooling of the atmosphere. In the experimental field of the National Center for Agronomic Research (CENIAP), Maracay, Venezuela, the climate was characterized using the historic series (1980-2008) and the meteorological conditions during the trial were registered and compared both with the aim of detected atypical values. It was used the reproductive phenology of mango cultivars Haden and Edward and the agroclimatic index were generated result of the relation wet regime – reproductive phenology. None atypical cycle was show up in the trial climatic conditions in order to the variability described during 1980-2008 period. It not was water deficit in the 12 weeks preceding the occurrence of visual expression of flowering based in the fact that, the ratio between real evapotranspiration and potential evapotranspiration showed values greater than 0,5 indicating that the water demand was supplied in this biological stage. The floral initiation, in the tropics, it is not a direct answer of the water deficit, this factor complement the floral expression, delineating its origin and duration in order to the varietal characteristic and individual condition. `Edward` is show up as a genotype with more capacity to the lead flowering than the Haden cultivar.

**Key words:** Reproductive Phenology, tropical fruits, bioclimatology of fruits

## INTRODUCCIÓN

El inicio de la floración en los frutales tropicales, por lo general, ocurre después de un periodo de reposo provocado por factores

ambientales. Este periodo de reposo puede provocarlo un periodo de lluvia acompañado de un enfriamiento de la atmósfera con bajas temperaturas que precedido por señales hormonales internas, relacionadas con la edad de la hoja, van a determinar la época de su

aparición (Núñez y Davenport, 1994; Avilán *et al.*, 2003; Davenport, 2003; Kulkarni, 2004).

El mango, aún cuando se ha adaptado a diversas condiciones de clima y suelo, en el trópico presenta diferencias en su comportamiento fenológico anual, en especial en la fase de floración. Se ha observado solapamiento de las fases fenológicas, donde la fenología floral está definida por periodos de sequía y lluvia que varían de acuerdo a la zona de producción, e influyen en el inicio y duración de la misma, en la sincronización y el número de flores (Avilán y Rengifo, 1990; Whiley, 1993; Crane, 1998; Galán, 1999). Además, los árboles pueden ser inducidos a florecer en presencia de temperaturas bajas, cuando los tallos se han mantenido en reposo por un tiempo suficiente, por lo general alrededor de cuatro a cinco meses; pero también puede ser inducidos por un leve nivel de estrés hídrico o de baja disponibilidad de nitrógeno en la planta (Davenport, 2008). Algunos autores han señalado el doble papel que juegan las hojas en la inducción floral del mango, afirmando que la edad del último flujo vegetativo es el componente fundamental de la regulación de este evento (Núñez-Elisía y Davenport, 1994; Davenport, 2008). Los flujos vegetativos mas viejos (unidad terminal de intercalado), son probablemente los que produzcan la flor cuando se comience el próximo flujo, señalando que algunos cultivares, como 'Haden', 'Keitt', 'Kent', y 'Irwin' requieren menos tiempo de reposo que otros, como 'Tommy Atkins' (Davenport, 2003, 2008).

Se ha demostrado que la presencia de un estrés hídrico en un tiempo desconocido beneficia indirectamente el inicio de la floración al detener el crecimiento vegetativo e incrementando la proporción de hojas maduras en la copa, siendo estas donde se sintetiza el estímulo floral (Davenport, 2008). Por lo tanto, se esperaría que la inducción floral sólo es posible cuando aparece un balance hormonal favorable, como consecuencia de una disminución en la velocidad del crecimiento vegetativo (ralentización) y/o del establecimiento del reposo relativo; este estado de iniciación, aparece bajo diferentes circunstancias susceptibles de ser promovidas por tratamientos cáusticos e inhibidores de crecimiento; o de modo natural, por descenso de la temperatura y déficit hídrico (Núñez-Elisea, *et al.*, 1996; Kulkarni, 2004; Davenport, 2008).

En este trabajo se caracterizó, antes y durante el periodo de estudio, el clima de la región y su relación con la fecha de inicio de la floración del

mango, con el propósito de identificar el posible papel que juega el régimen hídrico como determinante ambiental en la iniciación floral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Campo Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) a 10° 17' N, 67° 36' W, a 480 msnm, Maracay estado Aragua, Venezuela. En parcelas ya establecidas, se realizó en cada árbol observaciones semanales, durante los ciclos 2002-2008, en 20 árboles de 12 años de edad, completamente aleatorizados; 10 árboles del cultivar Haden y 10 del cultivar Edward. Se realizó periódicamente una limpieza de calles con rotativa, eliminando ramas rotas y enfermas. La aplicación de fertilizante se realizó a razón 3kg/planta fraccionado de una parte de urea y una parte de cloruro de potasio.

### Comportamiento del régimen hídrico en la zona de estudio

Se utilizaron los datos diarios climáticos provenientes de los registros históricos de 30 años, desde 1980 hasta 2008, de la estación climática del CENIAP, ubicada a 300 m del ensayo.

#### Serie histórica 1980-2008

- Para la descripción climática de la zona se acumularon los valores diarios para generar los valores mensuales de precipitación (Pp) (mm) y evapotranspiración potencial (ETo) ( $\text{mmd}^{-1}$ ) calculada por el método de Tina Tipo A (Allen *et al.*, 1994) y la estadística básica, media, desviación estándar (ds), valor máximo y valor mínimo de la serie y el coeficiente de variación.
- Se calculó la disponibilidad de agua mensual en el período 1980-2008, donde se consideró la lluvia (Pp) como la oferta de agua y la (ETo) como la demanda hídrica, para cada mes y cada año. Se definieron las cuatro condiciones de humedad básicas: condición seca ( $Pp < 0,5 \text{ ETo}$ ), condición intermedio ( $0,5 \text{ ETo} \leq Pp < \text{ETo}$ ), condición húmeda ( $Pp \geq \text{ETo}$ ). Con esta información se calculo la frecuencia (%) con que se manifiesta en cada mes estas condiciones.

#### Periodo de estudio 2002-2008

- Se grafico para cada ciclo del ensayo, el total mensual de la Pp y ETo comparándose con la Pp y

ETo de la serie histórica de 1980-2008, para conocer si hubo un año atípico climáticamente en lo que respecta a estas variables.

- b. Se calculó la condición de disponibilidad de agua, donde se consideró la lluvia (Pp) como la oferta de agua y la (ETo) como la demanda hídrica para cada mes y cada año del período de ensayo 2002-2008, según las condiciones de humedad básicas descritas anteriormente.

### **Ciclo fenológico anual y fecha de inicio de la floración**

Se utilizó el ciclo fenológico anual de producción del mango, en la zona central de Venezuela, siguiendo el establecido por Puche *et al.*, (2012), donde se considera el 1ero de julio de cada año la fecha de inicio del ciclo anual de producción e utilizando la fecha de inicio de floración de los cultivares Haden y Edward en cada año del periodo de ensayo 2002-2008.

### **Relación régimen hídrico - fenología reproductiva**

Se generó dos índices agroclimáticos estrechamente relacionado con las condiciones hídricas de la zona y el inicio de la fenología reproductiva de los cultivares Haden y Edward.

Secuencia de días secos (veranitos). Mediante el conteo de días consecutivos con lámina caída igual a 0 mm, en el lapso de los 90 días previos al inicio de la floración para cada cultivar (Puche *et al.*, 2012), se obtuvieron el número de eventos o periodos de sequía para cada año del periodo de ensayo 2002-2008. Categoría de los periodos de sequía.

Leve: entre 2 y 10 días consecutivos secos. 1 evento:  $\geq 2$  días

Moderado: entre 11 y 20 días secos consecutivos. 1 evento:  $\geq 11$  días

Severo: entre 21 y 30 días secos consecutivos. 1 evento:  $\geq 21$  días

Muy severo:  $>30$  días secos consecutivos. 1 evento:  $\geq 30$  días

A partir de los balances hídricos cada 10 días (BH decadiarios) (Allen *et al.*, 1994) se determinó la relación evapotranspiración real/evapotranspiración

potencial (ETr/ETo) definida como: cuanto de la demanda hídrica potencial del cultivo fue cubierta cada 10 días en el período de 90 días previos a la fecha de inicio de la floración (Puche *et al.*, 2012), para cada cultivar y en cada ciclo de estudio.

Los valores de entrada para el cálculo del BH decadiarios fueron: precipitación del promedio total de cada 10 días de lluvia, comenzando el primero de julio de cada ciclo, y terminando el 30 de junio del siguiente ciclo. Para el primer ciclo se consideró la lluvia del promedio total de cada 10 días del mes de junio del año 2002; se consideró la profundidad a 60 cm y la capacidad de almacenamiento con una lámina máxima de 140 mm.

ETm (evapotranspiración de cultivo) se determinó como  $ETo \times Kc = 0.85$  (Allen *et al.*, 1994). El valor de salida de estos Balances fue: ETr como la evapotranspiración real.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Comportamiento del régimen hídrico en la zona de estudio**

Con fines de referencia para conocer el comportamiento hídrico de la zona de estudio, se analizó la serie histórica 1980-2008 evaluando la variabilidad entre años y dentro del año, estableciendo el patrón promedio de lluvia y el patrón promedio mensual de la disponibilidad de agua de acuerdo a la relación entre precipitación y la demanda evaporativa.

#### **Serie histórica 1980-2008**

El valor medio anual de precipitación (Pp) fue de 1054 mm, la mayor concentración ocurrió en el periodo de abril a noviembre, mientras que la demanda hídrica (ETo) fue de 1362 mm promedio anual, variando mensualmente entre 95 mm para el mes de noviembre y 155 mm para marzo (Cuadro 1). En general, se obtuvieron altos valores de ETo, que en promedio superan la precipitación en el año.

La disponibilidad de agua promedio mensual, para la serie histórica 1980-2008, varió entre meses y años, como se observa en el Cuadro 2. Los meses donde la precipitación fue menor que la mitad de ETo, considerados secos (enero y febrero), tuvieron cierta variabilidad importante dentro de valores absolutos bajos; agosto, septiembre y octubre

presentaron los valores más altos de disponibilidad de agua, donde la precipitación fue mayor o igual a ETo, mientras que de abril a julio las condiciones fueron intermedias de acuerdo a esta valoración.

En estudios de campo, se ha establecido que aún después de 30 días de haber suspendido el suministro de agua, el árbol de mango presenta

capacidad para mantenerse hidratado; esta tolerancia fisiológica se atribuye a la presencia de laticíferos que permiten a las hojas mantener su turgencia a través de un ajuste osmótico que evita los déficit de agua en la planta (Schaffer *et al.*, 1994); de manera que de acuerdo a los resultados obtenido en este estudio solo se hace necesario suplencia de riego entre enero y marzo para este cultivo.

Cuadro 1. Estadísticas mensuales de la precipitación (Pp) y evapotranspiración (ETo) de la estación CENIAP Maracay, Venezuela. Periodo 1980-2008

|                           | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Promedio Pp (mm)          | 7   | 4   | 14  | 67  | 112 | 108 | 153 | 191 | 159 | 139 | 81  | 17  | 1054  |
| Desviación estándar       | 16  | 7   | 31  | 65  | 59  | 50  | 80  | 64  | 58  | 52  | 59  | 22  | 47    |
| Coefficiente de variación | 231 | 177 | 213 | 97  | 53  | 47  | 52  | 33  | 37  | 38  | 73  | 129 | 98    |
| Máxima                    | 68  | 24  | 147 | 244 | 224 | 214 | 349 | 408 | 262 | 269 | 229 | 82  | 210   |
| Mínima                    | 0   | 0   | 0   | 0   | 15  | 31  | 38  | 110 | 70  | 53  | 0,3 | 0   | 26    |
| Promedio ETo (mm)         | 113 | 121 | 155 | 135 | 115 | 105 | 106 | 110 | 103 | 104 | 95  | 100 | 1362  |
| Desviación estándar       | 17  | 15  | 18  | 19  | 20  | 12  | 12  | 21  | 13  | 13  | 11  | 17  | 16    |
| Coefficiente de variación | 15  | 12  | 11  | 14  | 18  | 11  | 11  | 19  | 12  | 12  | 11  | 17  | 14    |
| Máxima                    | 146 | 144 | 185 | 164 | 173 | 123 | 133 | 177 | 137 | 121 | 119 | 134 | 146   |
| Mínima                    | 42  | 71  | 105 | 91  | 73  | 80  | 71  | 46  | 79  | 68  | 65  | 60  | 71    |

Cuadro 2. Condiciones de humedad mensual y Frecuencia (%) de disponibilidad de agua en el periodo 1980-2008. CENIAP, Maracay, Venezuela.

| Año                   | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1980                  | S   | S   | S   | S   | H   | H   | H   | H   | H   | H   | S   | S   |
| 1981                  | S   | S   | S   | H   | H   | I   | H   | H   | H   | I   | H   | I   |
| 1982                  | S   | S   | S   | H   | H   | S   | S   | H   | H   | H   | S   | S   |
| 1983                  | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | H   | S   | S   |
| 1984                  | S   | S   | H   | S   | S   | H   | H   | H   | I   | I   | I   | S   |
| 1985                  | S   | S   | S   | S   | I   | H   | I   | H   | I   | H   | H   | H   |
| 1986                  | S   | S   | S   | I   | H   | H   | I   | H   | H   | I   | S   | S   |
| 1987                  | S   | S   | S   | S   | H   | H   | I   | H   | H   | H   | I   | S   |
| 1988                  | S   | S   | S   | S   | S   | H   | H   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 1989                  | S   | S   | S   | S   | H   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   |
| 1990                  | S   | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | I   | S   |
| 1991                  | S   | S   | S   | I   | S   | S   | H   | H   | H   | I   | I   | S   |
| 1992                  | S   | S   | S   | S   | H   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 1993                  | S   | S   | S   | H   | H   | I   | H   | H   | I   | I   | I   | S   |
| 1994                  | S   | S   | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 1995                  | S   | S   | I   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | I   | S   |
| 1996                  | S   | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | I   | I   |
| 1997                  | S   | S   | S   | S   | S   | I   | H   | I   | I   | I   | S   | S   |
| 1998                  | S   | S   | S   | I   | H   | H   | I   | H   | H   | H   | S   | S   |
| 1999                  | S   | S   | S   | H   | S   | H   | H   | H   | H   | H   | H   | I   |
| 2000                  | S   | S   | S   | S   | I   | S   | I   | H   | H   | I   | I   | S   |
| 2001                  | S   | S   | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | I   | S   |
| 2002                  | S   | S   | S   | I   | H   | H   | I   | H   | H   | I   | S   | S   |
| 2003                  | S   | S   | S   | I   | I   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 2004                  | S   | S   | S   | I   | H   | I   | H   | H   | H   | I   | I   | S   |
| 2005                  | I   | S   | S   | S   | I   | H   | H   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 2006                  | S   | S   | S   | S   | H   | H   | I   | H   | H   | H   | H   | S   |
| 2007                  | S   | S   | S   | S   | I   | I   | I   | H   | H   | H   | S   | S   |
| 2008                  | S   | S   | S   | S   | H   | S   | I   | H   | H   | H   | I   | S   |
| <b>Seco (%)</b>       | 97  | 100 | 93  | 62  | 28  | 17  | 3   | 0   | 0   | 0   | 28  | 83  |
| <b>Intermedio (%)</b> | 3   | 0   | 3   | 24  | 24  | 34  | 34  | 3   | 14  | 31  | 38  | 10  |
| <b>Humedo (%)</b>     | 0   | 0   | 3   | 14  | 48  | 48  | 62  | 97  | 86  | 69  | 34  | 7   |

S: seco, I: intermedio, H: húmedo

### Periodo de ensayo 2002-2008

Los totales anuales de la precipitación en el periodo de ensayo se observan en el Cuadro 3, siendo el año 4 el de mayor precipitación (1334 mm) mientras que el año 1 se observó la menor precipitación (758 mm)

Se considera que para el cultivo del mango un mínimo de 700 mm de lluvias, distribuidas durante todo el año, con baja demanda de evapotranspiración menor a 30 días, son suficientes para cubrir sus requerimientos (Galán, 1999). En general, en esta área de estudio, el total anual de lluvia, tanto del periodo de ensayo como en la serie histórica cubrió la mínima demanda de agua para este cultivo.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de Eto y de la precipitación en cada año del periodo de ensayo y su comparación con la serie histórica, donde el ciclo 1 (2002-03) (Figura 1a), para Eto presenta los valores más alejados por encima de la serie histórica. El resto de los años la mayoría de los meses son parecidos a la serie histórica. Los pocos meses que varía por encima no son los mismos en todos los casos, es de resaltar octubre para el año 2 y 4, marzo-abril para el año 3, septiembre para el año 5 y diciembre para el año 6 pero en este caso por debajo. En general, para la precipitación, los ciclos 2 (2003-04) B, 4 (2005-06) D y 5 (2006-07) E (Figura 1b, 1d y 1e, respectivamente), presentaron un mismo patrón, con variaciones entre julio y diciembre, mayores al promedio de la serie histórica. El ciclo 6 (2007-08) (Figura 1f) presentó los mayores valores entre julio y noviembre del periodo de ensayo, con las mayores precipitaciones mensuales (agosto 317 mm y octubre 270 mm), siendo el ciclo 4 (2005-06) el de mayor lámina de agua caída del periodo de ensayo.

En el Cuadro 4, se presenta la disponibilidad de agua en el periodo de ensayo; la condición seca se centró mayormente en los meses de diciembre a marzo, a excepción del año 1 y 6 que comenzaron en noviembre. Se observa los años 2 y 3 con periodos cortos de 4 meses secos, el resto con 5 meses a excepción del año 6 con 7 meses secos. La condición húmeda estuvo asociada a los meses de julio a noviembre. De todos los ciclos, el ciclo 1 fue el que

presentó mayor número de meses con la condición intermedia a pesar del menor valor absoluto, mientras que el ciclo 4 no mostró ningún mes con esa condición. El ciclo 3, fue el único que no mostró continuidad en la secuencia del periodo seco, interrumpida por un mes con condición intermedia, el ciclo 6, el que mostró el mayor número de meses (7) con condición seca, presentó una discontinuidad al final de esta condición.

De acuerdo a la variabilidad natural de la precipitación en la serie histórica 1980-2008 (Cuadro 2), en el periodo de ensayo 2002-2008 no se presentó ningún ciclo atípico; este periodo presentó variaciones en las condiciones de disponibilidad de agua que están dentro de las variaciones observadas en la serie histórica.

### Relación régimen hídrico - fenología reproductiva

Según Puche *et al.*, (2012), existe variabilidad en las fechas de inicio de la fenología floral de los cultivares de mango, para Haden la floración comenzó en los primeros días de noviembre de todos los ciclos estudiados, excepto en el ciclo 4 que inició en enero, mientras que Edward, presentó mayor variabilidad, para el ciclo 1 inició la floración en agosto, mientras que los ciclos 2, 4 y 5 iniciaron entre septiembre y noviembre, y los ciclos 3 y 6 en diciembre, sugiriendo esto la existencia de requerimientos ambientales distintos entre cultivares

Cuando se relaciona, a través de índices agroclimáticos, el inicio de la fenología reproductiva con el régimen de agua, señalado por algunos autores, como factor externo influyente en el inicio y duración de la floración (Chaikiattiyos *et al.*, 1994; Núñez-Elisea y Davenport, 1994; Avilán *et al.*, 2007) es posible indicar el aporte ambiental en la fisiología reproductiva de los frutales. En este sentido se observa en la Figura 2 los eventos o periodos de sequía, para cada ciclo del estudio. Al definir los días mínimos para expresar un estrés hídrico en mango, se puede inferir que están entre 20 y 30 días consecutivos sin riego, ya que la tolerancia fisiológica del mango al déficit hídrico le permite mantenerse hidratado por un periodo prolongado (Schaffer *et al.*, 1994; Avilán *et al.*, 2007).

Cuadro 3. Total anual de la precipitación por ciclo en el periodo de 2002-2008. CENIAP, Maracay, Venezuela.

| Ciclo              | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | Promedio  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 2002-2003 | 2003-2004 | 2004-2005 | 2005-2006 | 2006-2007 | 2007-2008 | 2002-2008 |
| Precipitación (mm) | 758       | 1248      | 1106      | 1334      | 1075      | 1112      | 1106      |

Según Singh (1978); Osuna-Enciso *et al.* (2000), la inducción de la floración en mango se logra con un periodo de sequía de dos meses antes de la floración, sin embargo en este estudio se observa que para ambos cultivares el inicio de la floración se presentó en condiciones de sequía moderado, ósea periodos de entre 11 y 20 dcs, de manera que la ocurrencia de un nivel leve o moderado de días secos

durante un periodo previo de 90 días a la ocurrencia de la expresión visual de la floración, puede promover condiciones que ocasionen reducción y/o paralización del desarrollo vegetativo, lo cual a su vez permite que la proporción de hojas maduras se incremente y favorezca las actividades fisiológicas para la floración.

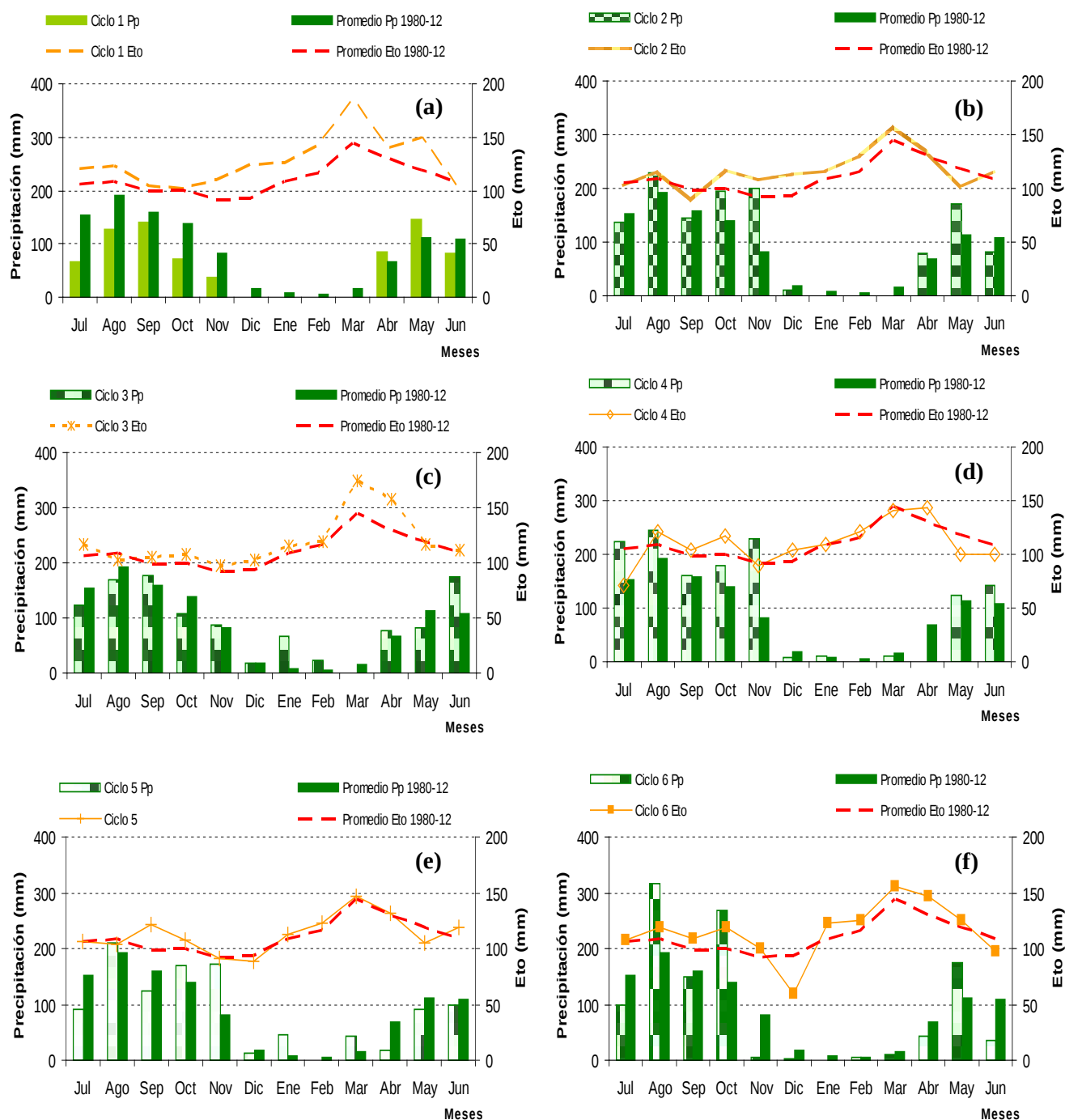
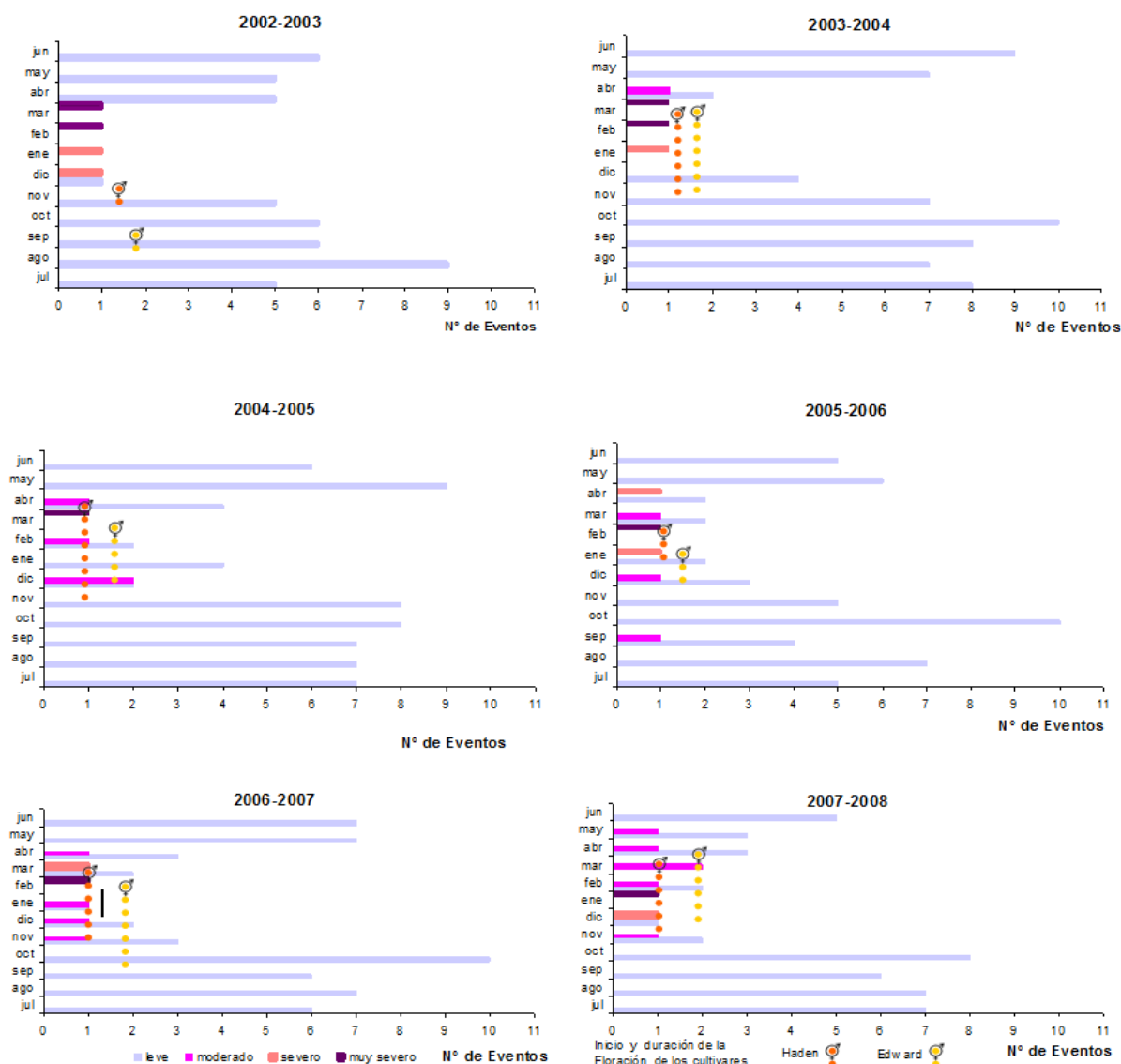


Figura 1. Promedio mensual de la precipitación (Pp) y demanda evaporativa (ETo) en los ciclos anuales de 2002-2008 y el promedio de la serie histórica 1980-2008 en Maracay, Venezuela. a) Ciclo 1 (2002-2003), b) Ciclo 2 (2003-2004), c) Ciclo 3 (2004-2005), d) Ciclo 4 (2005-2006), e) Ciclo 5 (2006-2007) y f) Ciclo 6 (2007-2008).

Cuadro 4. Comportamiento mensual de la humedad en el periodo 2002-08. CENIAP, Maracay, Venezuela.

| Ciclo          | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 (2002-03)    | I   | H   | H   | I   | S   | S   | S   | S   | S   | I   | I   | I   |
| 2 (2003-04)    | H   | H   | H   | H   | H   | S   | S   | S   | S   | I   | H   | I   |
| 3 (2004-05)    | H   | H   | H   | I   | I   | S   | I   | S   | S   | S   | I   | H   |
| 4 (2005-06)    | H   | H   | H   | H   | H   | S   | S   | S   | S   | S   | H   | H   |
| 5 (2006-07)    | I   | H   | H   | H   | H   | S   | S   | S   | S   | S   | I   | I   |
| 6 (2007-08)    | I   | H   | H   | H   | S   | S   | S   | S   | S   | S   | H   | S   |
| Seco (%)       | 0   | 0   | 0   | 0   | 33  | 100 | 83  | 100 | 100 | 67  | 0   | 17  |
| Intermedio (%) | 50  | 0   | 0   | 33  | 17  | 0   | 17  | 0   | 0   | 33  | 50  | 50  |
| Húmedo (%)     | 50  | 100 | 100 | 67  | 50  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 50  | 33  |

Seco ( $P_p < 0,5ETo$ ), Intermedio ( $0,5ETo \leq P_p < ETo$ ), Húmedo ( $P_p \geq ETo$ )



Leve: entre 1 y 10 días consecutivos secos (dcs), moderado: entre 11 y 20 dcs, severo: entre 21 y 30 dcs y muy severo: > 31 dcs

Figura 2. Numero de eventos de sequía en cada ciclo anual y fecha de inicio y duración de la floración para los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Haden y Edward en el periodo 2002-2008. CENIAP, Maracay, Venezuela según Puche *et al.*, (2012), por cultivar.

Estudios posteriores indican la falta de floración cuando las plantas se someten a tratamientos de estrés hídrico sin ser acompañados de temperaturas bajas (Whiley, 1993; Núñez-Elisea y Davenport, 1994; Davenport, 2008). Avilán *et al.* (2003) y Puche *et al.* (2012) señalan que la época de ocurrencia de inicio de floración está asociada al incremento del número de días acumulados, con temperaturas iguales o menores a los 20°C, en aproximadamente los tres meses previos a la expresión visual de la floración; en ese trabajo se evidencia un incremento en días fríos con temperatura por debajo de 20°C entre los meses de julio y septiembre, en la mayoría de los ciclos, tiempo que abarca el intervalo donde se dan las actividades de morfogénesis reproductivas. Según Chaikiattiyos *et al.* (1994), Schaffer *et al.*, (1994), Avilán *et al.* (2003) y Puche *et al.* (2012) el estrés hídrico no reemplaza al efecto de temperaturas bajas para inducir floración.

En la Figura 3 se presenta la relación ETr/ETo para cada ciclo de producción, donde se observa que no hubo déficit hídrico en el periodo de los 90 días que presidieron el inicio de la floración macroscópica; entre agosto y septiembre la relación ETr/ETo fue de 1; los ciclos 5, 3 y 6 mostraron un ligero déficit en julio, siempre con valores mayores a 0,5 indicando que se suplió la demanda hídrica en esa etapa biológica, como ha sido señalado por Pérez *et al.*, (2011). Igualmente se observa que se puede considerar época crítica para la floración del mango, el periodo entre los meses de julio y septiembre.

La mayoría de los frutales de clima tropical, incluyendo al mango, se comportan diferentes a los modelos de regulación floral establecidos para las zonas subtropicales, y sus respuestas al medio ambiente es una conjunción de factores, siendo la temperatura mínima el factor principal y el estatus

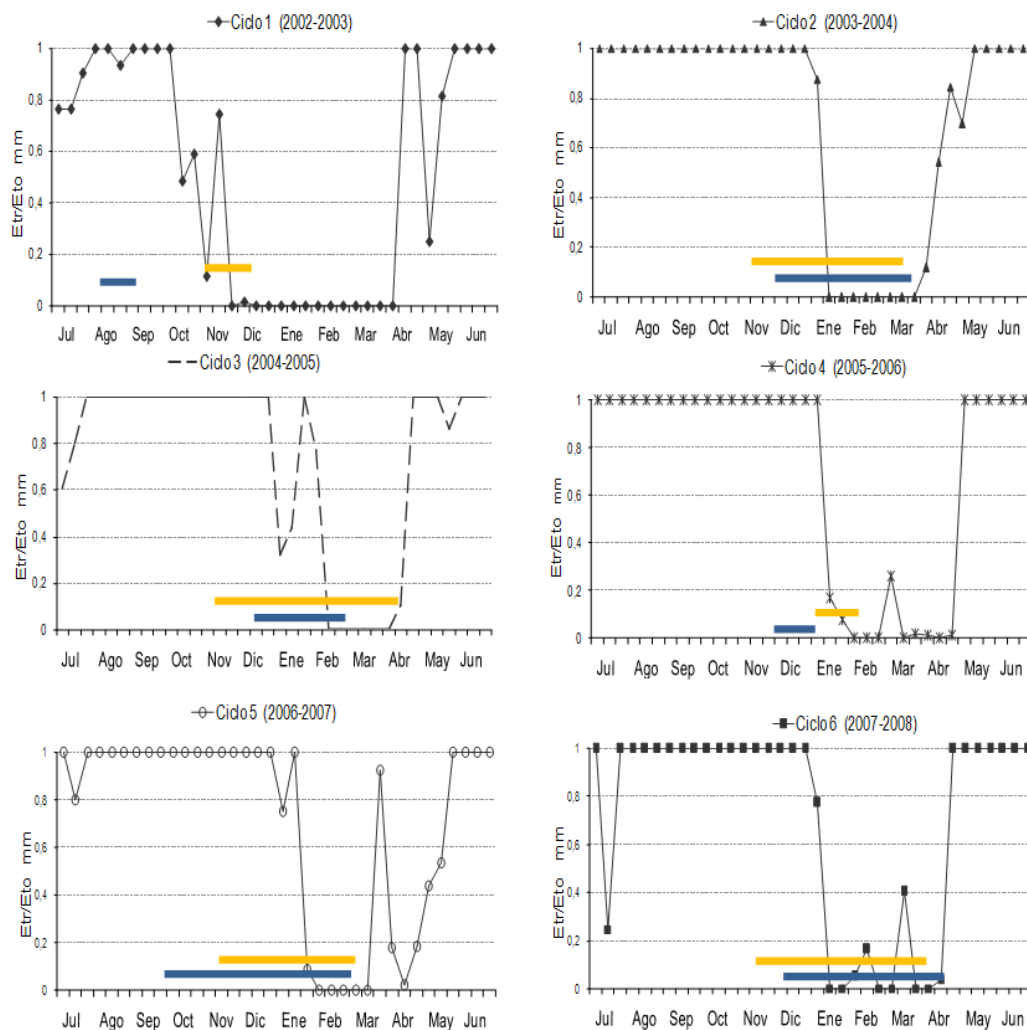


Figura 3. Relación ETr/ETo, decadiario por ciclo. Fecha de inicio y duración de la floración los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Haden y Edward en el periodo 2002-2008. CENIAP, Maracay, Venezuela según Puche *et al.*, (2012).

hídrico su complemento (Avilán *et al.* 2003, Pérez *et al.*, 2011 y Puche *et al.* 2012)

### CONCLUSIONES

La iniciación floral, en condiciones de trópico, no es respuesta directa de déficit hídrico, este factor complementa la expresión floral, moldeando su inicio y duración de acuerdo a la característica varietal y condición del individuo.

El cultivar Edward se presenta como un genotipo con mayor capacidad de adelantar el inicio de floración del mango que el cultivar Haden

### LITERATURA CITADA

- Allen, R. G.; M. Smith, A. Perrier and L. S. Pereira. 1994. An update for the calculation of reference evapotranspiration. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Bulletin, 1994, Vol. 43, N° 2.
- Avilán, L. y C. Rengifo. 1990. El mango. Editorial América. Caracas, Venezuela. 401 p.
- Avilán, L.; M. Azkue, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2002. Floración de cultivares de mango de la colección del INIA-CENIAP. *Agronomía Tropical* 52 (4): 449-462.
- Avilán, L.; M. Pérez, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 20: 430-442.
- Avilán, L.; E. Soto, M. Pérez, C. Marín, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2007. Evaluación de la forma de copa y el aserrado de las ramas en Haden, Tommy Atkins, Edward y Kent sobre los rendimientos y eficiencia productiva. *Ciclos* 2000 al 2003. *Agronomía Tropical* 57 (1): 51-59.
- Crane, J. H. 1998. Cultural practices of mango under subtropical and tropical conditions. *Foro Internacional de mango y Otras Frutas Tropicales*. Mazatlán, Sinaloa. México. FIRA. Banco de México.
- Chaikiattiyos, S.; C. M. Menzel and T. S. Rasmussen. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science* 69 (3): 397-415.
- Davenport, T. L. 2003. Management of flowering in three tropical and subtropical fruit tree species. *HortScience* 38:1331-1335.
- Davenport, T. L. 2008. Reproductive physiology. In: R. E. Litz (Ed.), *The mango, botany, production and uses*. 2<sup>nd</sup> Edition. CAB International, Wallingford.
- Galán Saúco, V. 1999. El cultivo del mango. *Morfología, fenología y aspectos fisiológicos*. Mundi Prensa. Madrid, España. p. 73-108.
- Kulkarni, V. J. 2004. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. *Act. Hort.* 645: 61-70.
- Núñez Elisea, R. and T. L. Davenport. 1994. Flowering of mango trees in containers as influenced by seasonal temperature and water stress. *Scientia Hort.* 58: 57-66.
- Núñez Elisea, R.; T. L. Davenport and M. L. Caldeira. 1996. Control of bud morphogenesis in mango (*Mangifera indica* L.) by girdling, defoliation and temperature modification. *J. Hort. Sci.* 71: 25-40.
- Osuna Enciso, T.; E. M. Engleman, A. E. Becerril Román, R. Mosqueda Vázquez, M. Soto Hernández y A. Castillo Morales. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango 'Manila'. *Agrociencia* 34 (5): 573-581.
- Pérez Macías, M.; M. Puche y E. Soto. 2011. Temperatura y determinantes ambientales en la floración del mango. Editorial Academia Española. 128 p.
- Puche, M.; M. Pérez Macías, E. Soto, R. Figueroa, M. Gutierrez y L. Avilán Rovira. 2012. La temperatura mínima como determinante ambiental en la iniciación floral del mango. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (1): 83-90.
- Schaffer, B.; J. H. Crane, and A. W. Whiley. 1994. Mango. In: *Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical crops*. B. Schaffer and P. C. Andersen (Eds.). CRC Press. Boca Raton, United States of America. p. 165-192.
- Singh, R. 1978. Biennial bearing in fruit trees, ICAR Technical Bulletin N° 30, ICAR, New Delhi, India.
- Whiley, A. 1993. Environmental effects on phenology and physiology of mango. A review. *Act. Hort.* 341:168-176.